

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 11047859
PUBLICATION DATE : 23-02-99

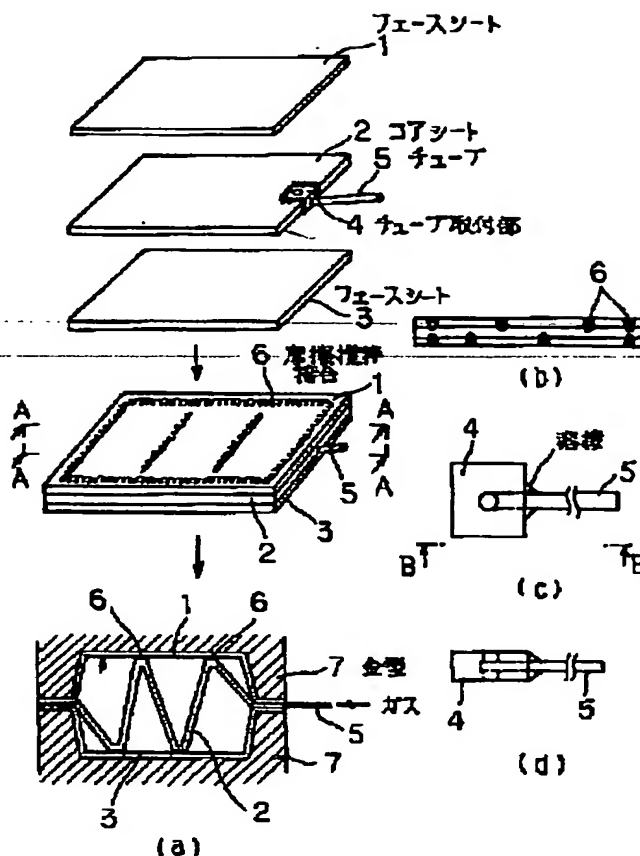
APPLICATION DATE : 25-07-97
APPLICATION NUMBER : 09199969

APPLICANT : MITSUBISHI HEAVY IND LTD;

INVENTOR : SATO HIROAKI;

INT.CL. : B21D 47/00 B21D 26/02 B23K 20/12

TITLE : PRODUCTION OF ALUMINUM ALLOY PANEL



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To manufacture an aluminum alloy panel which is intricate in the sectional shape of a core and is high in rigidity and low in weight and cost by putting plural sheets of aluminum alloy sheets joined by friction agitation into metal molds and heating these metal molds to a temp. suitable for superplastic deformation and pressurizing the sheets from the inside.

SOLUTION: A tube 5 for gaseous pressure loading is mounted at the core sheet 2 of the aluminum alloy having a superplastic characteristic and the face sheets 1, 3 of the aluminum alloy having the superplastic characteristic are superposed above and below this core. The circumferences of the respectively sheets 1, 2, 3 are joined by friction agitation joining 6, by which part of the inside is joined as well. This laminate is set into the metal molds 7 and is heated to the temp. at which the aluminum alloy exhibits the superplastic characteristic and thereafter the gas is supplied via the tube 5 to load the laminate with the gaseous pressure, by which the respective sheets 1, 2, 3 are deformed and the forming of the aluminum alloy panel is completed. In such a case, a tube mounting part 4 is mounted onto the core sheet 2 by the friction agitation joining 6 and the tube 5 is joined by welding to this tube mounting part 4.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

BEST AVAILABLE COPY

JP11047859

17 January 2005

10:10

machine
translation

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The manufacture approach of the aluminum containing alloy panel characterized by pressurizing from the interior with a pressurization means after heating to the temperature which joined the aluminum containing alloy sheet of two or more sheets by superposition and friction stirring junction, put into metal mold, and was suitable for super-elasticity deformation.

TECHNICAL FIELD

[Field of the Invention] This invention relates to the manufacture approach of the aluminum containing alloy panel applied to the aircraft, a rocket, a satellite, a high-speed vehicle, a high speed vessel, a building, etc

Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the manufacture approach of the aluminum containing alloy panel applied to the aircraft, a rocket, a satellite, a high-speed vehicle, a high speed vessel, a building, etc.

[0002]

[Description of the Prior Art] Drawing 4 thru/or drawing 6 explain three examples of the manufacture approach of the conventional aluminum containing alloy panel below.

[0003] In the 1st example of the conventional manufacture approach shown in drawing 4, after manufacturing the internal core 01 and the outside sheet 02 separately, the panel was manufactured by [, such as welding, soldering, and adhesion,] joining the outside sheet 02 to the internal core 01 by 03.

[0004] In the 2nd example of the conventional manufacture approach shown in drawing 5, after combining two or more extrusion mold material 04 with a complicated cross-section configuration, the panel was manufactured by joining each by welding 05.

[0005] The 3rd example of the conventional manufacture approach shown in drawing 6 was an approach applied only to the present titanium alloy, and after in the case of this manufacture approach it joined the titanium plate 06 by two or more sheet pile and it joined that part by welding or diffused junction 07, while it carried out the load of the pressure inside and fabricated it inside, it was manufacturing the panel which has a core inside by carrying out diffused junction of the plate comrade. In addition, the configuration of the core fabricated by internal pressurization can be adjusted by modification of a plate comrade's junction gestalt, or number of sheets, as shown in drawing 6 (a) and (b).

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In the manufacture approach of the conventional aluminum containing alloy panel, in order in the case of the 1st example to manufacture separately the predetermined internal core and the outside predetermined sheet of a configuration and to join an outside sheet to an internal core by approaches, such as soldering and adhesion, the precision of each components, especially the precision of a field comrade's doubling section must be high.

[0007] Moreover, pretreatment of removing the oxidizing zone of the aluminum currently formed in the aluminum front face is indispensable, the strain arose with heating at the time of soldering, the technical problem that reinforcement fell in heat treatment material occurred, in junction by soldering of aluminum, also in junction by adhesion, it was indispensable, and bonding strength was low, and it had the technical problem that thermal resistance was low.

[0008] Manufacture of the panel which has various cross sections by the device of the cross-section configuration of extrusion mold material is possible for the case of the 2nd example, and manufacture of the panel of little distorted high intensity is also possible for it by devising welding process.

[0009] However, in order to use extrusion mould material, and it is impossible to build a part with a thickness of 1mm or less and to obtain such a part, it is necessary to reduce board thickness and manufacture cost becomes high by machining after extrusion. Moreover, the cross section of the direction of extrusion can be fixed, and cannot be changed. Furthermore, in order to join by welding, the high tensile aluminum alloy which cannot be welded had the technical problem that it could not be used.

[0010] On the other hand, diffused junction of the outside sheet is carried out to an internal core, or weldbonding of the case of the 3rd example is carried out, and reinforcement is high. Moreover, the form status change of how to pile up a sheet or a weld zone and also twist modification are possible also for the configuration of a core.

[0011] However, this approach is the method developed for titanium alloys, superplastic forming is possible for the sheet used for this method, and it is required for a sheet comrade to be joinable moreover with welding etc.

[0012] In the case of an aluminum containing alloy, 7475 alloys, 5083 alloys, 8090 alloys, etc. show a super-elasticity property, but except for 5083 alloys, welding is impossible. since it stops, as for a weld zone, showing a super-elasticity property by a microstructure becoming coarse also about these 5083 alloys when this is welded, since 5083 alloys have low reinforcement, manufacture of the panel in the above-mentioned approach builds the panel of high intensity difficultly -- the technical problem that there was nothing occurred.

[0013] This invention tends to solve the 1st of the conventional approach, and the technical problem in two examples by building structure as shown in the 3rd example of the conventional approach using the aluminum containing alloy (7475 alloys and 8090 alloys) of high intensity, and manufacturing the lightweight panel for which it has the core of a complicated configuration with high rigidity.

[0014]

[Means for Solving the Problem] In the manufacture approach of the aluminum containing alloy panel of this invention, the aluminum containing alloy sheet of two or more sheets is joined by superposition and friction stirring junction, and it puts into metal mould, and after heating to the temperature suitable for super-elasticity deformation, it is characterized by pressurizing from the interior with a pressurization means.

[0015] For example, the super-elasticity property which cannot perform the usual melting welding is shown, the friction stirring junction used in this invention can be joined also when the possible and joined metal is a dissimilar metal, junction of 7475 alloys, 8090 alloys, etc., and.

[0017] Therefore, in this invention, since it becomes possible to join a joint as an arbitration configuration about the aluminum containing alloy of two or more sheets which shows a super-elasticity property, without losing the property even if it is the case of not only the case of a metal of the same kind but a dissimilar metal, the cross-section configuration of a core is complicated, and it becomes possible to manufacture a high rigid and lightweight aluminum containing alloy panel by low cost.

[0018]

[Embodiment of the Invention] Drawing 1 explains the manufacture approach of the aluminum containing alloy panel concerning one gestalt of operation of this invention.

[0019] In the manufacture approach concerning this operation gestalt shown in drawing 1, after attaching the tube 5 for gas pressure loads in the core sheet 2 which consists of aluminum containing alloys (7475, 5083, 8090 alloys, etc.) which show a super-elasticity property first, the face sheets 1 and 3 which consist of aluminum containing alloys (7475, 5083, 8090 alloys, etc.) which show a super-elasticity property are arranged in the vertical side of the core sheet 2, respectively, and are piled up.

[0020] Next, it joins by the friction stirring junction 6 also about inside [a part of], and the face sheets 1 and 3 and the core sheet 2 which were piled up form a layered product while joining the perimeter by the friction stirring junction 6 for a gas seal.

[0021] Next, this layered product is set into metal mould 7, after heating until an aluminum containing alloy becomes the temperature (it is 515 degrees C in the case of 7475 alloys [for example,]) which shows a super-elasticity property, supply gas through a tube 5, carry out the load of the gas pressure, each sheet 1, 2, and 3 is made to transform, and shaping of an aluminum containing alloy panel is completed.

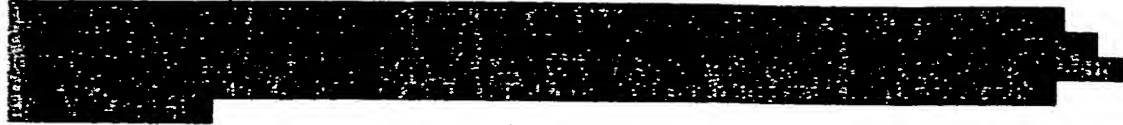
[0022] In addition, about installation of the tube 5 to the above-mentioned core sheet 2, since the usual welding is indispensable, the tube attachment section 4 shown in drawing 1 (b) and (c) by the aluminum containing alloy which can be welded is manufactured, this tube attachment section 4 is attached in the core sheet 2 by the friction stirring junction 6, and melting weldbonding of the tube 5 is carried out to this tube attachment section 4.

[0023] In the above, the friction stirring junction 6 used for heavy junction of the face sheets 1 and 3 and the core sheet 2 and comparison junction of the core sheet 2 and the tube attachment section 4 While softening the joint of joint-ed material with the frictional heat which thrusts into the joint of joint-ed material and is produced between a tool and joint-ed material, rotating this using the tool of a special configuration as shown in drawing 2 A joint is joined by stirring the softened joint with a tool.

[0024] In addition, it is also possible for junction of perfect penetration to be possible for the case of comparison junction by using a backing strip, as shown in drawing 2 (a), and for adjustment of the amount of penetration to be able to do by adjusting the die length of a tool, as shown in drawing 2 (b) in heavy junction, and to obtain partial solid state welding, and it is also possible to carry out coincidence junction of the joint-ed material of two or more sheets in piles.

[0025] Since the joint which was made to soften the joint of joint-ed material with frictional heat, and was softened is stirred with a tool and it is made to join, junction of the high tensile aluminum alloy which cannot perform the usual melting welding, and aluminum lithium alloys (7475 alloys etc.) (8090

alloys etc.) is possible for the above-mentioned friction stirring junction 6, and junction of a contaminant is also possible for it.



[0027] Therefore, in this operation gestalt, whether it is the case of which aluminum containing alloy the face sheets 1 and 3 and the core sheet 2 indicate a super-elasticity property to be or was the case of an aluminum containing alloy of a different kind mutually, it became possible to acquire good junction.

[0028] Moreover, since the aluminum containing alloy which shows a super-elasticity property to the face sheets 1 and 3 and the core sheet 2 was used and some core sheets 2 were suitably joined to the up-and-down face sheets 1 and 3, a big distortion could be given to the core sheet 2 and manufacture of the hollow panel which has the core of a complicated configuration was attained.

[0029] Drawing 3 explains the manufacture approach of the aluminum containing alloy panel concerning other gestalten of operation of this invention. In addition, this operation gestalt makes a core sheet a two-sheet pile, and prepares a face sheet in the vertical side, respectively.

[0030] In the manufacture approach concerning this operation gestalt shown in drawing 3, first, while joining the perimeter of superposition and each contact surface, and inside [a part of] for core sheet 2a to the face sheet 1 by the friction stirring junction 6, the inhalation-of-air tube 12 is attached. Next, while joining the perimeter of superposition and each contact surface for core sheet 2b to core sheet 2a by the friction stirring junction 6, an exhaust tube 11 is attached.

[0031] Finally, the inhalation-of-air tube 12 is attached at the same time it joins the perimeter of superposition and each contact surface, and inside [a part of] for the face sheet 3 to core sheet 2b by the friction stirring junction 6, and a layered product is formed.

[0032] Next, after setting to metal mold 7 the layered product formed of the above, performing vacuum suction between core sheet 2a and 2b through an exhaust tube 11 and making during this period into a vacuum, the above-mentioned layered product is heated to the temperature in which superplastic forming is possible. Performing vacuum suction between core sheet 2a and 2b, after a layered product goes up to predetermined temperature, carry out the load of the gas pressure through the inhalation-of-air tube 12, each sheet 1 and 2a, 2b, and 3 are made to transform, and shaping of an aluminum containing alloy panel is completed.

[0033] In the above, both a core sheet and a face sheet are fabricated with the load of gas pressure, since a core sheet is lengthened and a beautiful front face appears, diffused junction is carried out to shaping and coincidence, and the panel which has the core of a complicated configuration is obtained.

[0034] In addition, although the configuration of the aluminum containing alloy panel shown in drawing 3 (a) is similar to the thing of said 1 operation gestalt, in the case of this operation gestalt, as shown in drawing 3 (b), it can form a spacer 13 between core sheet 2a and 2b, and can obtain a core with the cross section of a still more complicated configuration by preparing this.

[0035]

[Effect of the Invention] The manufacture approach of the aluminum containing alloy panel of this invention the aluminum containing alloy sheet of two or more sheets Superposition, By joining by friction stirring junction, putting into metal mold, and pressurizing from the interior with a pressurization means, after heating to the temperature suitable for super-elasticity deformation Since it becomes joinable as an arbitration configuration about a joint about the aluminum containing alloy of two or more sheets which shows a super-elasticity property, without losing the property even if it is the case of not only the case of a metal of the same kind but a dissimilar metal, the cross-section configuration of a core is complicated. It becomes possible to manufacture a high rigid and lightweight aluminum containing alloy panel by low cost.

[Translation done.]

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the explanatory view of the manufacture approach of the aluminum containing alloy panel concerning one gestalt of operation of this invention, and, for (a), the explanatory view of a production process and (b) are [the flat-surface enlarged drawing of the tube attachment section and (d of the A-A view Fig. of (a) and (c))] the B-B view Figs. of (c).

[Drawing 2] (a) compares, and in junction, it is the explanatory view of the friction stirring junction concerning a top Norikazu operation gestalt, and it is [(b) piles it up and] the case of junction.

[Drawing 3] It is the explanatory view of the manufacture approach of the aluminum containing alloy panel concerning other gestalten of operation of this invention, and is an explanatory view when (a) forms the explanatory view of a production process between core sheets and (b) forms a spacer.

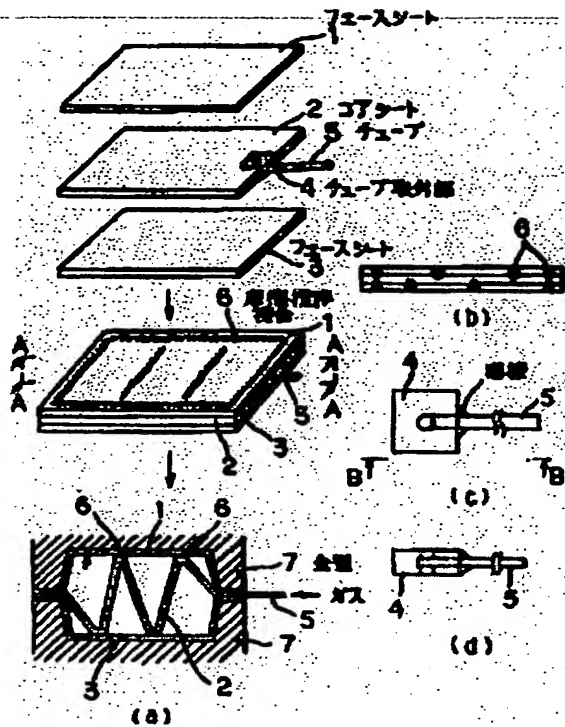
[Drawing 4] It is the explanatory view of the 1st example of the manufacture approach of the conventional aluminum containing alloy panel.

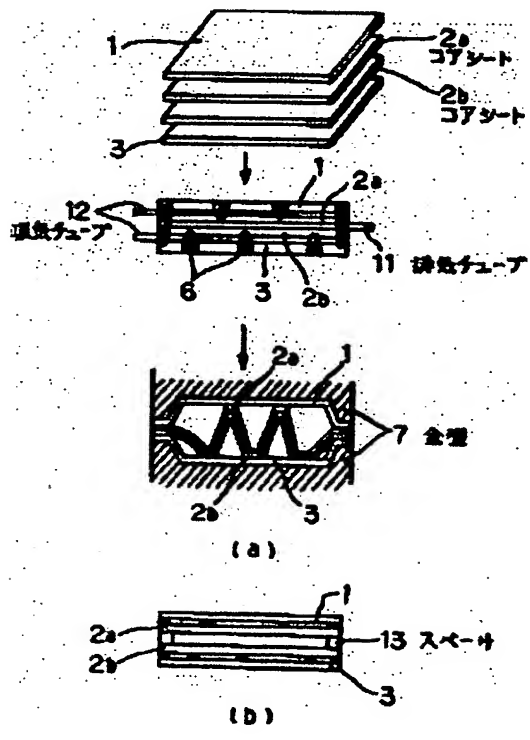
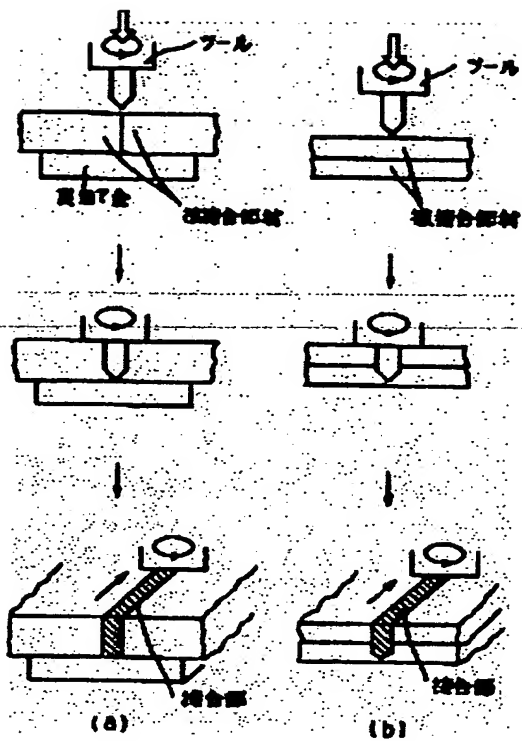
[Drawing 5] It is the explanatory view of the 2nd example of the manufacture approach of the conventional aluminum containing alloy panel.

[Drawing 6] With the explanatory view of the 3rd example of the manufacture approach of the conventional aluminum containing alloy panel, (a) is the case where (b) joins only an inside titanium plate, when the titanium plate of the inside and an outside is joined.

[Description of Notations]

- 1 Face Sheet
- 2, 2a, 2b Core sheet
- 3 Face Sheet
- 4 Tube Attachment Section
- 5 Tube
- 6 Friction Stirring Junction
- 7 Metal Mold
- 11 Exhaust Tube
- 12 Inhalation-of-Air Tube
- 13 Spacer





(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-47859

(43) 公開日 平成11年(1999) 2月23日

(51) Int.Cl.⁸

識別記号

F I

B 2 1 D 47/00

B 2 1 D 47/00

G

26/02

26/02

A

B 2 3 K 20/12

B 2 3 K 20/12

G

審査請求 未請求 請求項の数1 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号

特願平9-199969

(22) 出願日

平成9年(1997) 7月25日

(71) 出願人 000006208

三菱重工業株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

(72) 発明者 佐藤 広明

名古屋市港区大江町10番地 三菱重工業株式会社名古屋航空宇宙システム製作所内

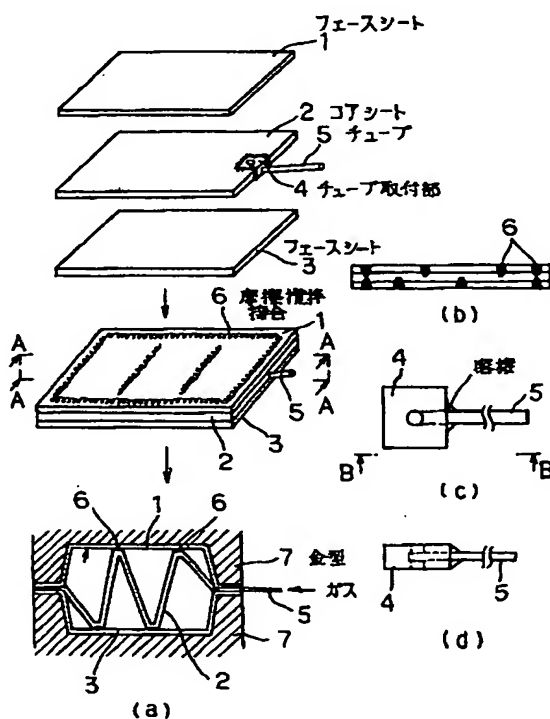
(74) 代理人 弁理士 石川 新 (外1名)

(54) 【発明の名称】 アルミ合金パネルの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 コアの断面形状が複雑で、高剛性かつ軽量なアルミ合金パネルを低コストで製造できるものとする。

【解決手段】 複数枚のアルミ合金シート1, 2, 3を重ね合わせ、摩擦攪拌接合6により接合し、金型7に入れ、超塑性変形に適した温度に加熱した後、加圧手段4, 5により内部から加圧するものとする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数枚のアルミ合金シートを重ね合わせ、摩擦攪拌接合により接合し、金型に入れ、超塑性変形に適した温度に加熱した後、加圧手段により内部から加圧することを特徴とするアルミ合金パネルの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、航空機、ロケット、人工衛星、高速車輛、高速船及び建造物等に適用されるアルミ合金パネルの製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来のアルミ合金パネルの製造方法の3例について、図4乃至図6により以下に説明する。

【0003】図4に示す従来の製造方法の第1例においては、内部コア01と外面シート02を別々に製造した後、溶接、ろう付け、接着等03により内部コア01と外面シート02を接合することによりパネルを製造していた。

【0004】図5に示す従来の製造方法の第2例においては、複雑な断面形状をもつ押出し型材04を2個以上組合せた後、それぞれを溶接05により接合することによりパネルを製造していた。

【0005】図6に示す従来の製造方法の第3例は、現在チタン合金にしか適用されていない方法であり、この製造方法の場合、チタン板材06を複数枚重ね、その一部を溶接又は拡散接合07により接合した後、内部に圧力を負荷して成形すると同時に、板同志を拡散接合することにより内部にコアを有するパネルを製造していた。なお、内部加圧により成形されるコアの形状は、図6(a)、(b)に示すように、板材同志の接合形態や枚数の変更で調整可能である。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】従来のアルミ合金パネルの製造方法において、第1例の場合、所定の形状の内部コアと外面シートを別々に製作し、内部コアと外面シートをろう付けや接着といった方法で接合するため、個々の部品の精度、特に面同志の合わせ部の精度が高くなければならない。

【0007】また、アルミのろう付けによる接合の場合は、アルミ表面に形成されているアルミの酸化層を除去するという前処理が不可欠であり、ろう付け時の加熱によりひずみが生じ、熱処理材では強度が低下するといった課題があり、接着による接合の場合も、前処理が不可欠であり、接合強度が低く、耐熱性が低いという課題があった。

【0008】第2例の場合は、押出し型材の断面形状の工夫により様々な断面をもつパネルの製作が可能で、溶接法を工夫することにより歪の少ない高強度のパネルの製作も可能である。

【0009】しかしながら、押出し型材を使うため、厚さ1mm以下の部分をつくることは不可能であり、そのような部分を得るには、押出し後に機械加工を行うことにより板厚を減らす必要があり、製作コストが高くなる。また、押出し方向の断面は一定で、変化させることはできない。更に、溶接で接合するため、溶接できない高力アルミ合金は使用することができないといった課題があった。

【0010】これに対して、第3例の場合は、内部コアと外面シートが拡散接合されたり、溶接接合されており、強度は高い。また、コアの形状もシートの重ね方や溶接部の形状変更により変更可能である。

【0011】しかし、この方法はチタン合金向けに開発された方式で、この方式に使用されるシートは超塑性成形が可能で、しかも、溶接等によりシート同志を接合できることが必要である。

【0012】アルミ合金の場合、7475合金や5083合金、8090合金等は超塑性特性を示すが、5083合金を除いて溶接はできない。この5083合金についても、これを溶接した場合、溶接部はミクロ組織が粗くなり、超塑性特性を示さなくなるため、上記の方法でのパネルの製造は難しく、また、5083合金は強度が低いため、高強度のパネルはつくれないという課題があった。

【0013】本発明は、高強度のアルミ合金(7475合金や8090合金)を用いて従来の方法の第3例に示すような構造をつくり、複雑な形状のコアを有する高剛性で軽量なパネルを製作することにより、従来の方法の第1、2例における課題を解決しようとするものである。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明のアルミ合金パネルの製造方法においては、複数枚のアルミ合金シートを重ね合わせ、摩擦攪拌接合により接合し、金型に入れ、超塑性変形に適した温度に加熱した後、加圧手段により内部から加圧することを特徴としている。

【0015】本発明において用いる摩擦攪拌接合は、通常の溶融溶接ができない超塑性特性を示す、例えば7475合金や8090合金等の接合も可能であり、接合される金属が異種金属の場合も接合可能である。

【0016】また、溶融溶接はできるが、接合後に接合部の超塑性特性が失われる、例えば5083合金等の場合にも、接合後の接合部が超塑性特性を損なうことがない。更に、加圧成形後の断面形状に影響を及ぼす接合部の形状の変更が可能である。

【0017】そのため、本発明においては、超塑性特性を示す複数枚のアルミ合金について、同種金属の場合ばかりでなく異種金属の場合であっても、その特性を失うことなく、接合部を任意形状として接合することが可能となるため、コアの断面形状が複雑で、高剛性かつ軽量

なアルミ合金パネルを低コストで製作することが可能となる。

【0018】

【発明の実施の形態】本発明の実施の一形態に係るアルミ合金パネルの製造方法について、図1により説明する。

【0019】図1に示す本実施形態に係る製造方法においては、まず、超塑性特性を示すアルミ合金（7475、5083、8090合金等）よりなるコアシート2

にガス圧負荷用のチューブ5を取り付けた後、超塑性特性を示すアルミ合金（7475、5083、8090合金等）よりなるフェースシート1、3をそれぞれコアシート2の上下面に配設し、重ね合わせる。

【0020】次に、重ね合わせたフェースシート1、3とコアシート2は、ガスシールのためにその周囲を摩擦攪拌接合6により接合するとともに、内側の一部についても摩擦攪拌接合6により接合して積層体を形成する。

【0021】次に、この積層体を金型7中にセットし、アルミ合金が超塑性特性を示す温度（例えば、7475合金の場合で515℃）になるまで加熱した後、チューブ5を介してガスを供給し、ガス圧を負荷してそれぞれのシート1、2、3を変形させ、アルミ合金パネルの成形を完了する。

【0022】なお、上記コアシート2へのチューブ5の取り付けについては、通常の溶接が不可欠なため、溶接可能なアルミ合金により図1（b）、（c）に示すチューブ取付部4を製作し、このチューブ取付部4を摩擦攪拌接合6によりコアシート2に取り付け、このチューブ取付部4にチューブ5を溶融溶接接合する。

【0023】上記において、フェースシート1、3とコアシート2の重ね接合と、コアシート2とチューブ取付部4の突き合わせ接合に用いる摩擦攪拌接合6は、図2に示すように特殊形状のツールを用い、これを回転させながら被接合部材の接合部に突き刺し、ツールと被接合部材の間に生じる摩擦熱により被接合部材の接合部を軟化させるとともに、軟化した接合部をツールでかきまぜることにより接合部を接合させるものである。

【0024】なお、突き合わせ接合の場合は、図2

（a）に示すように裏当て金を用いることにより、完全溶け込みの接合が可能であり、重ね接合の場合は、図2（b）に示すようにツールの長さを調整することにより溶け込み量の調整ができ、部分的な固相接合を得ることも可能であり、また、複数枚の被接合部材を重ねて同時接合することも可能である。

【0025】上記摩擦攪拌接合6は、被接合部材の接合部を摩擦熱により軟化させ、軟化した接合部をツールによりかきまぜて接合させるため、通常の溶融溶接ができない高力アルミ合金（7475合金等）やアルミリチウム合金（8090合金等）の接合が可能であり、異材の接合も可能である。

【0026】また、シートの接合部の形状を変更することができ、コア部の断面形状を自由に変更することができる。更に、摩擦攪拌接合6が施工された接合部のマイクロ組織は母材より細かいため、5083合金の場合にも接合部の機械的特性は劣化せず、超塑性特性を示す。

【0027】そのため、本実施形態においては、フェースシート1、3とコアシート2が超塑性特性を示すいずれのアルミ合金の場合であっても、また、互いに異種のアルミ合金の場合であっても良好な接合を得ることが可能となった。

【0028】また、フェースシート1、3とコアシート2に超塑性特性を示すアルミ合金が用いられ、コアシート2の一部が適宜上下のフェースシート1、3に接合されるため、コアシート2に大きな歪を与えることができ、複雑な形状のコアを有する中空パネルの製造が可能となった。

【0029】本発明の実施の他の形態に係るアルミ合金パネルの製造方法について、図3により説明する。なお、本実施形態は、コアシートを2枚重ねとし、その上下面にそれぞれフェースシートを設けたものである。

【0030】図3に示す本実施形態に係る製造方法においては、まず、フェースシート1とコアシート2aを重ね合わせ、それぞれの接触面の周囲と内側の一部を摩擦攪拌接合6により接合するとともに、吸気チューブ12を取り付ける。次に、コアシート2bをコアシート2aに重ね合わせ、それぞれの接触面の周囲を摩擦攪拌接合6により接合するとともに、排気チューブ11を取り付ける。

【0031】最後に、フェースシート3をコアシート2bに重ね合わせ、それぞれの接触面の周囲と内側の一部を摩擦攪拌接合6により接合すると同時に吸気チューブ12を取り付け、積層体を形成する。

【0032】次に、上記により形成された積層体を金型7にセットし、排気チューブ11を介してコアシート2a、2b間の真空引きを行い、この間を真空にした後、上記積層体を超塑性成形が可能な温度まで加熱する。積層体が所定の温度まで上昇した後は、コアシート2a、2b間の真空引きを行いながら、吸気チューブ12を介してガス圧を負荷してそれぞれのシート1、2a、2b、3を変形させ、アルミ合金パネルの成形を完了する。

【0033】上記においては、ガス圧の負荷によりコアシート、フェースシートはともに成形され、コアシートは伸ばされ、きれいな表面があらわれるため、成形と同時に拡散接合され、複雑な形状のコアを有するパネルが得られる。

【0034】なお、図3（a）に示されたアルミ合金パネルの形状は、前記一実施形態のものに類似しているが、本実施形態の場合には、図3（b）に示すようにコアシート2a、2b間にスペーサ13を設けることがで

き、これを設けることにより更に複雑な形状の断面をもつコアを得ることができる。

【0035】

【発明の効果】本発明のアルミ合金パネルの製造方法は、複数枚のアルミ合金シートを重ね合わせ、摩擦攪拌接合により接合し、金型に入れ、超塑性変形に適した温度に加熱した後、加圧手段により内部から加圧するものとしたことによって、超塑性特性を示す複数枚のアルミ合金について、同種金属の場合ばかりでなく異種金属の場合であっても、その特性を失うことなく、接合部を任意形状としての接合が可能となるため、コアの断面形状が複雑で、高剛性かつ軽量のアルミ合金パネルを低コストで製作することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の一形態に係るアルミ合金パネルの製造方法の説明図で、(a)は製造工程の説明図、(b)は(a)のA-A矢視図、(c)はチューブ取付部の平面拡大図、(d)は(c)のB-B矢視図である。

【図2】上記一実施形態に係る摩擦攪拌接合の説明図で、(a)は突き合わせ接合の場合、(b)は重ね接合の場合である。

【図3】本発明の実施の他の形態に係るアルミ合金パネ

ルの製造方法の説明図で、(a)は製造工程の説明図、(b)はコアシート間にスペーサを設けた場合の説明図である。

【図4】従来のアルミ合金パネルの製造方法の第1例の説明図である。

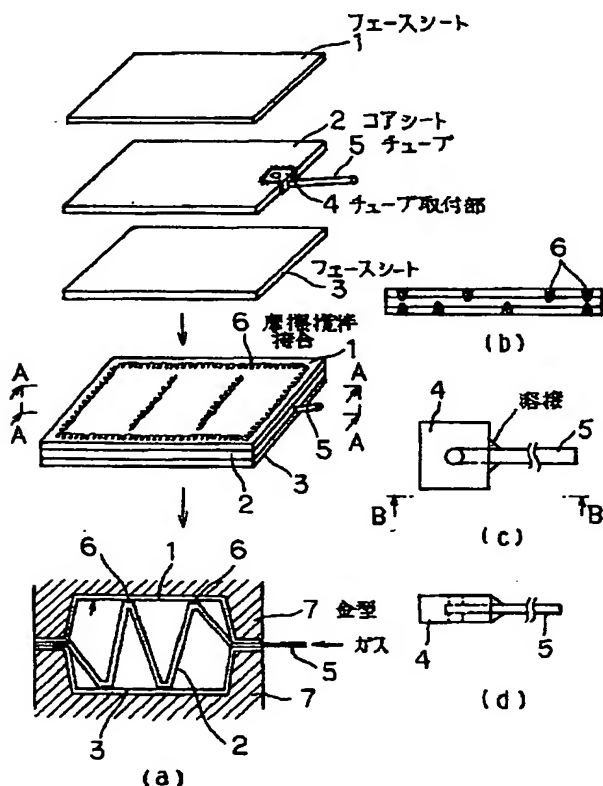
【図5】従来のアルミ合金パネルの製造方法の第2例の説明図である。

【図6】従来のアルミ合金パネルの製造方法の第3例の説明図で、(a)は内側と外側のチタン板材を接合した場合、(b)は内側のチタン板材のみを接合した場合である。

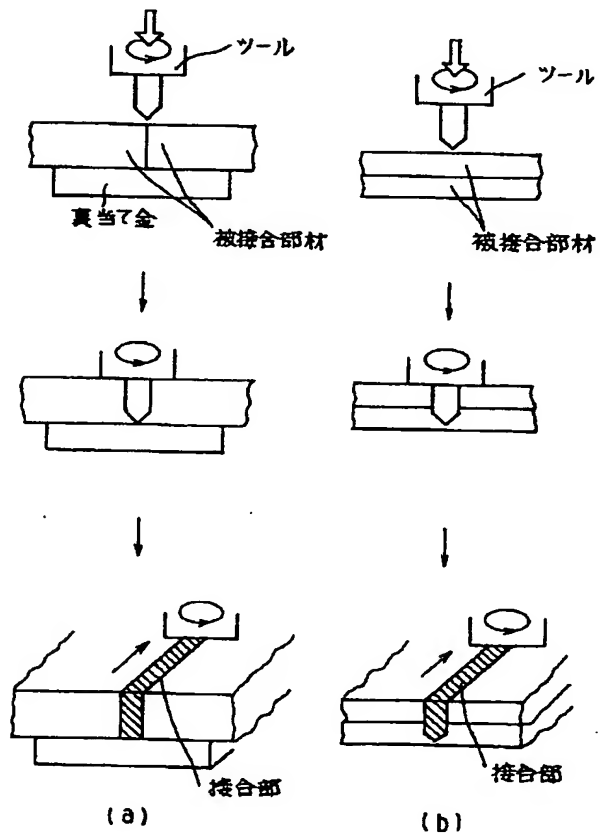
【符号の説明】

- 1 フェースシート
- 2, 2a, 2b コアシート
- 3 フェースシート
- 4 チューブ取付部
- 5 チューブ
- 6 摩擦攪拌接合
- 7 金型
- 11 排気チューブ
- 12 吸気チューブ
- 13 スペーサ

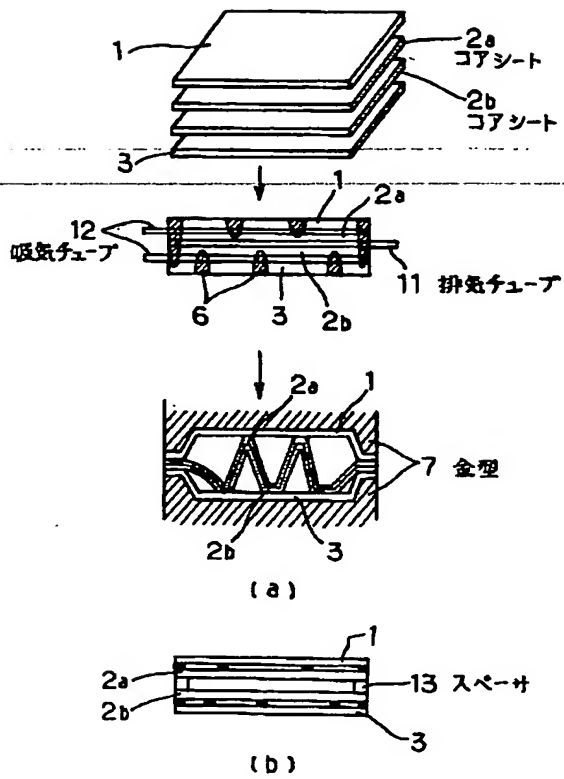
【図1】



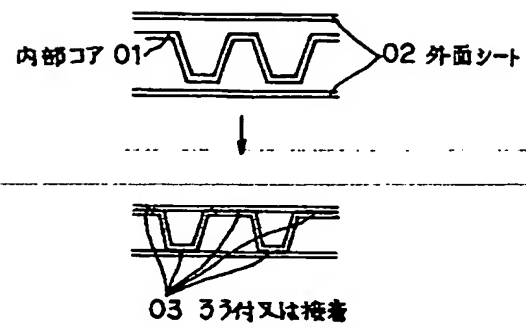
【図2】



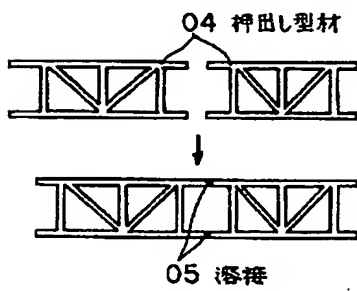
【図3】



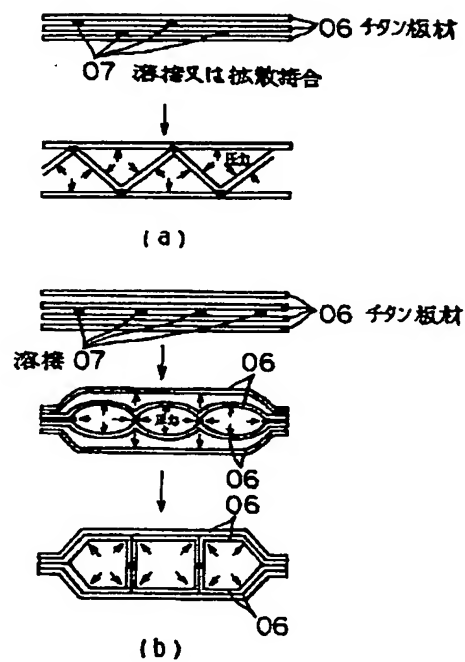
【図4】



【図5】



【図6】



This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images
problems checked, please do not report the
problems to the IFW Image Problem Mailbox**